

**ERRATA:**

**UNIVERZITA KARLOVA**

**Přírodovědecká fakulta**

**Katedra fyzické geografie a geoekologie**



# **Analýza povodně na Sázavě v únoru 1909**

## **Analysis of flood on Sázava River in February 1909**

**Diplomová práce**

**Bc. Karolína Jelínková**

**Vedoucí práce: RNDr. Miroslav Šobr, Ph.D.**

**Konzultant: Ing. Libor Elleder, Ph.D.**

**2019**

**Na str. č. 10 změněny názvy grafů:**

Graf č. 23: Průběh průtoků na stanicích v povodí Sázavy vypočtené modelem AquaLog bez MODs

Graf č. 24: Průběh průtoků na stanicích v povodí Sázavy vypočtené modelem AquaLog při využití MODs

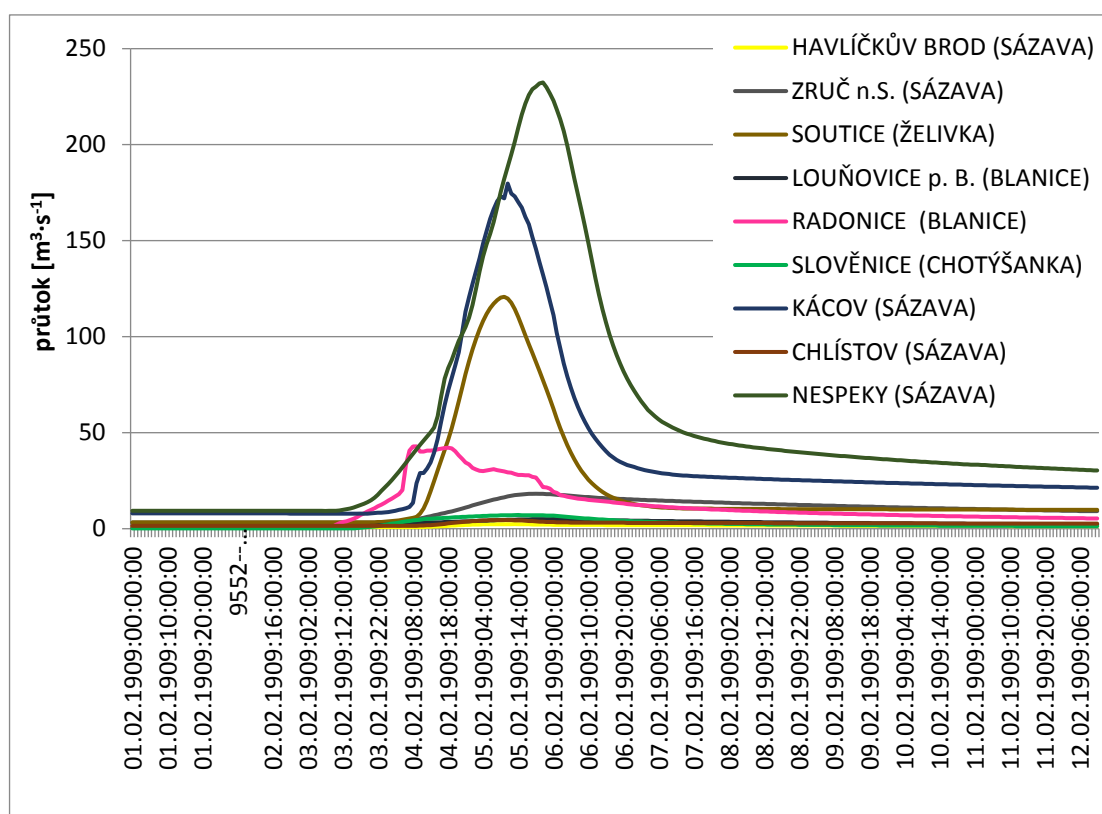
Graf. č. 25: Pozorovaný a simulovaný (AquaLog) průtok ve stanicích Nespeky a Kácov od 1.2.1909 do 14.2.1909

### Nahrazení textu a grafů od str. 115 do str. 119:

Samostatný automatizovaný výpočet modelu je vidět na grafu č. 23. Na grafu č. 24 je vidět ten samý výpočet, avšak za použití modulů MODs. Z grafů je patrné, že při samostatném výpočtu model vypočetl průtok o mnoho menší, než když se do modelu zapojila i obsluha a podmínky byly změněny na takové, jaké byly opravdu v době povodně.

Hydrogram automaticky vypočtený modelem ukazuje povodeň na 3 stanicích – Soutice na Želivce, Kácov a Nespeky na Sázavě, a malé zvýšení průtoku je modelováno na stanici Radonice na Blanici. Na grafu č. 23 je hydrogram vypočtený s ovlivněním výpočtu moduly MODs, povodeň zde je patrná na více stanicích, a to navíc ještě v Chlístově a ve Zruči nad Sázavou. Povodeň však byla zaznamenána na celém vodním toku tak, jak je vidět na grafu č. 11.

Graf č. 23: Průběh průtoků na stanicích v povodí Sázavy vypočtené modelem AquaLog bez MODs



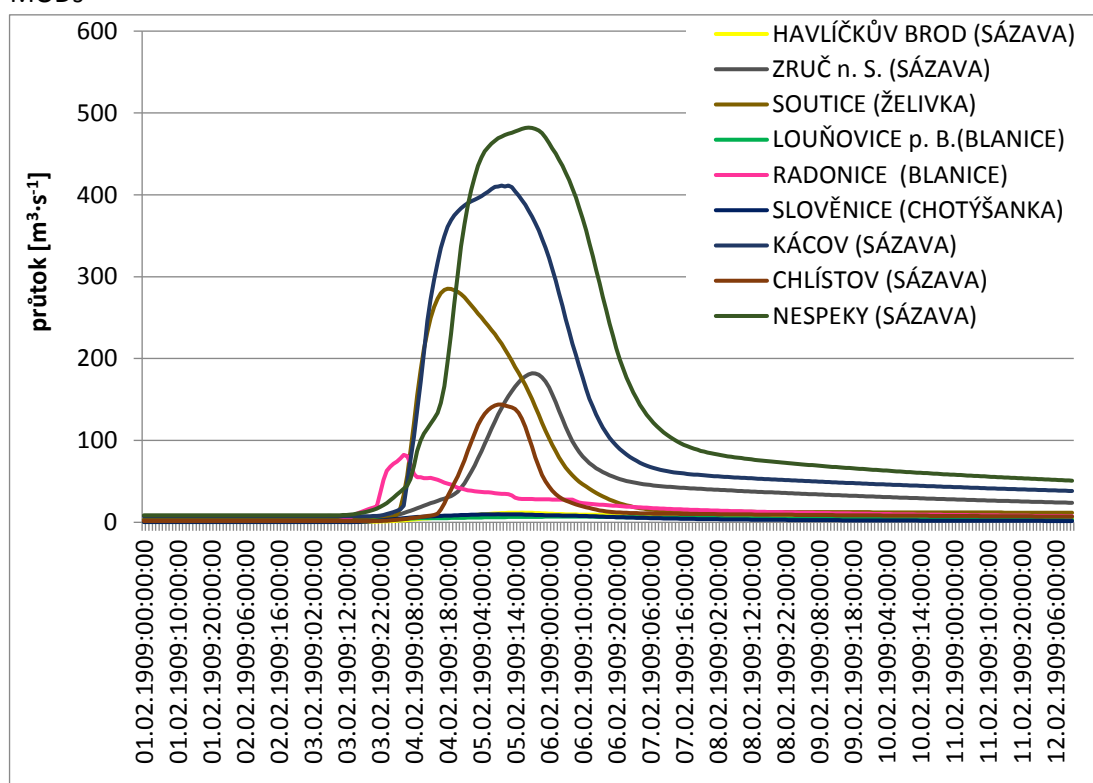
Zdroj: AquaLog, zdroj dat popsát v kapitole 2.2. Reanalýza povodně pomocí modelu AquaLog

Když oba grafy (č. 23 a 24) dále porovnáme, graf bez MODs má období největších průtoků výrazně špičatější (jejich kratší trvání) a také o poznání nižší kulminace. V Nespekách kulminace proběhla při průtoku  $508 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , model vypočítal kulminaci při  $232 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a při změnění podmínek obsluhou se výpočet přiblížil skutečnému stavu při kulminaci  $482 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Podobně tomu bylo i na stanici v Kácově, kde kulminace proběhla při průtoku  $505 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , model vypočítal kulminaci při průtoku  $179 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a když zasáhla obsluha (využila modulů MODs), kulminace se zvýšila

na  $411 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Kulminace také proběhla o cca 12 hodin déle, než bylo opravdu pozorováno. Stanice Nespeky a Kácov lze porovnat i na grafu č. 25, kde jsou porovnány s pozorovanými průtoky (více popsáno níže).

Lze říci, že model nejdříve vzniklou povodeň podhodnotil a navrhl hodnoty oproti pozdějšímu výpočtu nižší a to např. v Nespekách o více než  $250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , v Kácově o  $220 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  a ve Zruči nad Sázavou o  $150 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Když se do výpočtu zapojila obsluha a navolila podmínky podobnější skutečným, kulminace byly tedy vypočteny lépe a to s rozdílem od pozorovaných pouze  $20 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  v Nespekách a  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  v Kácově. V Havlíčkově Brodě však i tak nebylo vypočteno zvýšení průtoku.

Graf č. 24: Průběh průtoků na stanicích v povodí Sázavy vypočtené modelem AquaLog při využití MODs



Zdroj: AquaLog, zdroj dat popsát v kapitole 2.2. Reanalýza povodně pomocí modelu AquaLog

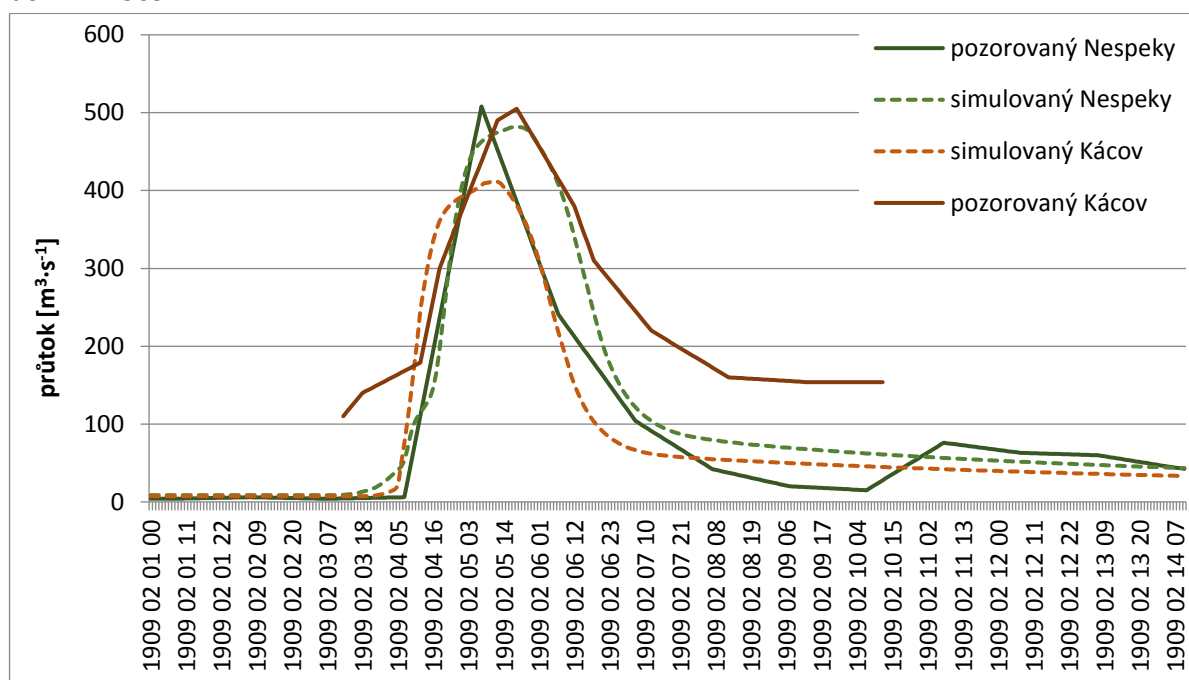
Kulminace proběhla 5.2. brzy ráno, kdy automatizovaný i pozměněný výpočet se zpozdil zhruba o 12 hodin.

Velmi prudký nástup povodně je vidět i na grafu č. 27 ze stanice Poříčí nad Sázavou, kde lze vidět i dříve popisovanou březnovou povodeň. Stejně tak na grafech v kap. 9.2. Analýza postupových dob povodně v Čechách a na Moravě, např. na řece Ploučnici, Vltavě (Kamýk), na Labi pod Neratovicemi, v Bechyni na Lužnici, na řekách Dyji i Moravě. Nástup povodně byl i simulován velmi rychlý, během necelého dne, což odpovídá realitě. I poklesová větev povodně je velmi strmá,

stejně tak jako v realitě, i v obou výpočtových scénářích voda začala opadávat prakticky ihned po kulminaci (při použití MODs se pokles o cca 12 hodin zpozdil). Pokles trval 30–48 hodin od 5.2. do 7.2. Což také odpovídá realitě.

Na grafu č. 25 je vidět simulovaný a pozorovaný (lineárně interpolovaný) průběh průtoků při povodni. Je patrné, že AquaLog nadhodnotil objem vody, který při povodni protekl ve stanici Nespeky, ale téměř správně odhadl velikost průtoku při kulminaci. Naopak u Kácova kulminaci podhodnotil téměř o  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , avšak množství vody odhadl lépe.

Graf. č. 25: Pozorovaný a simulovaný (AquaLog) průtok ve stanicích Nespeky a Kácov od 1.2.1909 do 14.2.1909

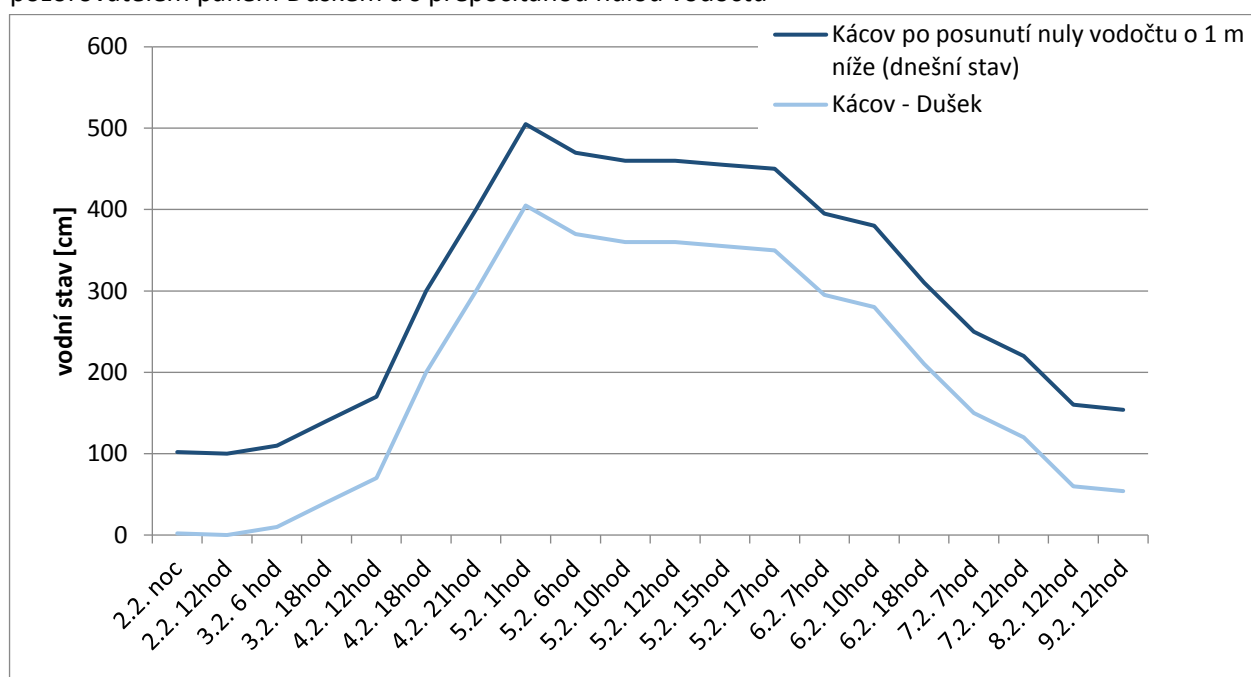


Zdroj: AquaLog, zdroj dat popsát v kapitole 2.2. Reanalýza povodně pomocí modelu AquaLog

Na grafu č. 25, je vidět, že nástup povodně AquaLog simuloval také velmi rychlý – během cca 15 – 20 hodin, což odpovídá pozorovaným průtokům i na celé Sázavě (viz graf č. 11, str. 83). V Kácově to potvrzuje i dobový raport pozorovatele pana Duška (1909) ze dne 4.2.: “V 9 hodin večer voda dosáhla výše 3 m nad normál. Stále prší a vody rychle přibývá.” Vodní stav ve 21 hodin dne 4.2. byl cca 400 cm (přepočteno na dnešní nulu vodočtu o 1 m výše než v roce 1909) což odpovídá přibližně průtoku cca  $200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . V Kácově vodní stav kulminoval podle raportů v 1 hodinu dne 5.2. při vodním stavu  $505^1 \text{ cm}$  (viz graf č. 26).

<sup>1</sup> Hodnota 405 cm (viz graf č. 26) tehdy, avšak ve čtyřicátých letech dvacátého století byly nuly vodočtu měněny tak, aby vodní stav nedosahoval záporných hodnot a nula vodočtu v Kácově tak byla přesunuta na hodnotu – 309,53 m n. m. (Balt po vyrovnání) z nadmořské výšky 310, 53 m n. m. (Zítek, 1965 a PP – Saz, 1933).

Graf. č. 26: Povodňová vlna povodně 1909 na stanici Kácov tak, jak byl zachycen místním pozorovatelem panem Duškem a s přepočítanou nulou vodočtu



Zdroj: Jelínková (2016)

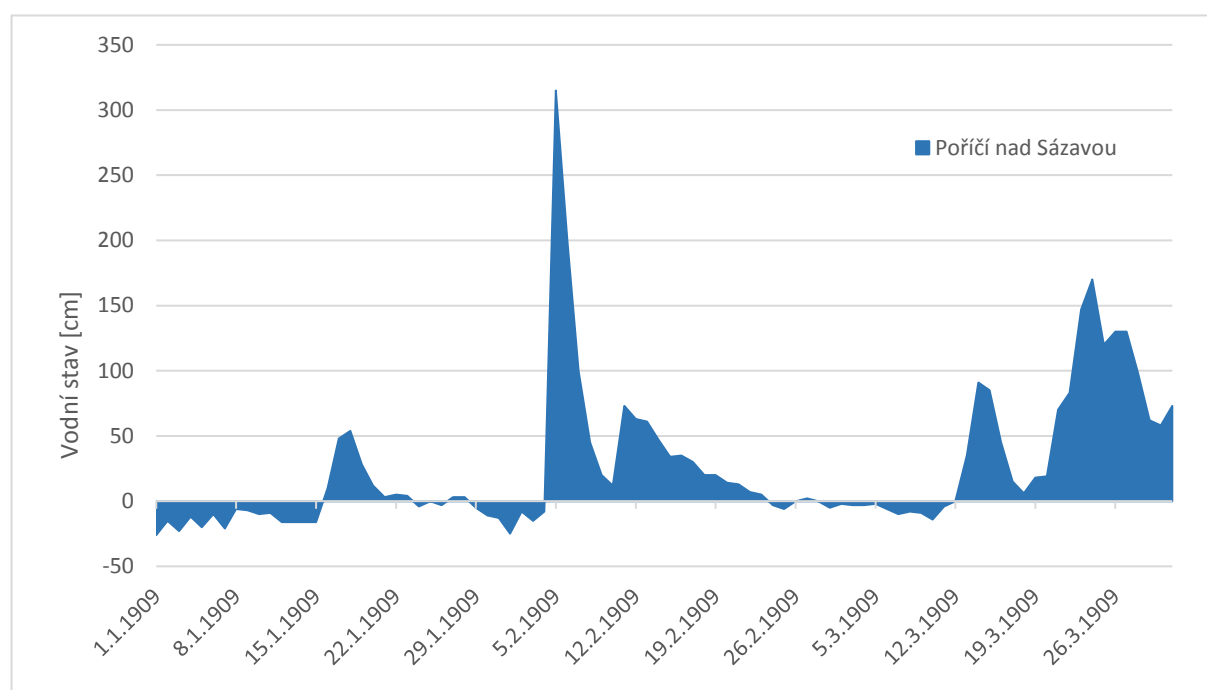
Pozorovaná povodňová vlna podle raportů pana Duška a pozorovaný hydrogram z modelu AquaLog si úplně neodpovídají, výpočet totiž využívá denní data interpolovaná na hodinový krok, takže dochází v důsledku k fázovému posunu kulminace. Následující porovnání tedy vychází z křivek z modelu. Množství vody se začalo zvedat částečně již 3.2., kdežto model vypočetl začátek povodně až na ráno 4.2., je ale patrné, že o to měl model rychlejší nástup povodně. Již 4.2. v 10 hodin bylo odhadováno odpovídající množství vody v toku jako bylo pozorováno. Tento trend pokračoval a povodeň tak byla modelována s kulminací  $411 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  5.2. ve 12:00, pozorovaná kulminace však proběhla až o 7 hodin déle při hodnotě průtoku  $505 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , ( $Q_{50}$  odpovídá hodnotě  $473 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Model po kulminaci již počítá se snižováním stavu, v době kulminace tedy je již patrný pokles o téměř  $30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  v modelovaném hydrogramu. Voda klesala rychle, jak je vidět i na ostatních řekách, k hodnotě  $196 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (3. SPA – stupeň povodňové aktivity) se v Kácově dostala ve 22:00 dne 7.2., model vypočetl pokles množství vody v profilu Kácov rychleji a pod 3. SPA se tak dostal o den a půl dříve. Model se dostal na 1. SPA v profilu Kácov (vodní stav 240 cm při průtoku  $70,3 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) dne 7.2. ve 4 hodiny ráno, kdy byl pozorován ještě průtok  $260 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , což je o více než  $60 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  více než je hodnota pro 3. SPA a odpovídá průtoku  $Q_5^2$ .

<sup>2</sup> Evidenční list hlášeného profilu č. 152:  
[http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_prfbk\\_detail.php?seq=307258](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307258)

Model tedy vzestupnou větev hydrogramu vypočítal poměrně dobře a v době ohrožení (3. SPA) již měl hodnoty také nad tímto mezníkem. Avšak kulminaci výrazně podhodnotil a to skoro o  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Pokles povodně poté simuloval výrazně rychlejší a v době stále silně zvýšených průtoků již simuloval stav bez povodně.

Co se týče stanice v Nespekách, kulminace byla odhadnuta lépe. Kulminace v Nespekách proběhla při průtoku  $508 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  ( $473 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  odpovídá  $Q_{50}$ ,  $Q_{100} - 552 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  na této stanici nebylo dosaženo pouze o necelých  $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ) dne 5.2. v 7 hodin, model ji vypočítal o 11 hodin později při průtoku  $482 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Rozdíl v kulminacích tedy byl větší než v Kácově, tedy  $26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

Graf. č. 27: Vývoj vodního stavu na stanici Poříčí nad Sázavou od 1.1.1909 do 26.3.1909



Zdroj dat: ČHMÚ (předáno J. Krejčím)

Po pozorované kulminaci docházelo také k rychlému poklesu a již po 25 hodinách protékalo profilem méně než  $230 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (3. SPA<sup>3</sup>). Po dalších 22 hodinách již byl zaznamenán pokles pod  $100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  (1. SPA). Na simulované křivce k těmto mezníkům došlo po 25 hodinách (3. SPA) a po dalších devatenácti teklo profilem už pouze množství vody těsně pod hranicí 1. SPA. Pokles tedy trval 47, respektive 43 hodin, model v tomto ohledu vypočítal rychlost poklesu v Nespekách velmi reálně s rozdílem pouze 4 hodin a v této stanici se také velmi povedl odhad kulminace s rozdílem pouze  $26 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

<sup>3</sup> Evidenční list hlášeného profilu č. 159:  
[http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps\\_prfbk\\_detail.php?seq=307068](http://hydro.chmi.cz/hpps/hpps_prfbk_detail.php?seq=307068)

**Nahrazení věty v textu na str. 129, předposlední odstavec:**

Hydrometeorologická situace v době povodně vedla ke vzniku katastrofické povodně. Všechny informace, které se povedlo najít ve starých dokumentech pomohly při simulaci hydrogramu v modelu AquaLog. Kdyby nebyla k dispozici data o rychlosti větru, vlhkosti vzduchu, o zámrazu půdy a další, *simulované hydrogramy by byly velmi nepřesné ve výpočtu průtoku při kulminaci (až o více než  $400 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )*, v rozsahu povodně (simulovaná povodeň pouze na 3 profilech), avšak rychlosti nástupu i poklesu povodně by byla simulována velmi dobře. Při využití všech informací vznikl hydrogram přesnější ve výšce kulminace i zasaženém území (6 stanic), avšak pokles začal o něco později než pozorovaný i než ten bez MODs.